

В. В. МАВРИЩЕВ

ЭКОЛОГИЯ

Утверждено
Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебника для студентов
учреждений высшего образования
по специальностям
«Биология и география», «Биология и химия»



Минск
«Вышэйшая школа»

2020

УДК 574(075.8)
ББК 20.1я73
М12

Рецензенты: кафедра экологической медицины и радиобиологии Международного государственного экологического института имени А.Д. Сахарова Белорусского государственного университета (доктор биологических наук профессор кафедры факультета экологической медицины *Е.Г. Бусько*), заведующий лабораторией гидробиологии НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам член-корреспондент НАН Беларуси, доктор биологических наук *В.П. Семенченко*

ISBN 978-985-06-3283-8

© Маврищев В.В., 2020
© Оформление. УП «Издательство
“Вышэйшая школа”», 2020

ОТ АВТОРА

Из науки о взаимоотношении организма и среды его обитания, формально возникшей в 1866 году (когда ей Э. Геккелем было дано название «экология»), она превращается в науку о выживании человечества, всех и каждого на нашей планете.

Н.Ф. Реймерс, российский зоолог, эколог

Если спросить, какое слово сейчас очень популярно и в бытовом общении, и в средствах массовой информации, и в речах политиков, то слово «экология» займет одно из первых почетных мест. Однако истинное значение этого слова понятно сегодня немногим. Современное значение понятия экологии имеет более широкое значение, чем в первые десятилетия развития этой науки. В настоящее время чаще всего вопросы экологии ошибочно понимаются прежде всего как вопросы охраны окружающей среды, и относят их исключительно к человеку, его здоровью и условиям жизни.

На самом деле экология — это сложная разветвленная наука, в центре внимания которой законы устойчивости живой природы, связи организмов друг с другом и средой обитания, позволяющие выживать, развиваться и противостоять изменениям условий. Эти связи как раз и поддерживают общую систему жизни на Земле — от бактерий до человека.

Произошло это из-за того, что экологические проблемы обрели глобальное значение и стали касаться жизни каждого человека планеты, где бы он ни обитал. Сегодня на Земле не осталось ни одного уголка, до которого не дотянулась бы угрожающая рука человека. Даже те места, где нога человека еще не ступала, не застрахованы от опасного воздействия человеческой деятельности. Это касается прежде всего трансграничного переноса загрязнений, начиная от кислотных осадков и заканчивая радиационным загрязнением. Достаточно сказать, что после аварии на Чернобыльской АЭС радиоактивное облако несколько раз обошло вокруг земного шара, и где оно выпало в виде смертельных осадков — никто не регистрировал.

Всех экологий, которые появились за последние годы, не перечислить — от традиционной аутоэкологии (экологии организмов, их популяций), синэкологии (экологии сообществ) и общей экологии, объединяющей все экологическое знание,

до глобальной экологии, экологии города, экологии жилища и даже экологии отдыха (рекреационной экологии).

Поэтому и появилось большое количество книжных публикаций по экологии, авторами которых выступают не профессиональные экологи, а многие специалисты других наук — философы, историки, экономисты, политологи, юристы и многие другие. Экология стала модной наукой, в связи с чем сама сущность, структура и значение современной экологии весьма изменились по сравнению с экологией, понимаемой как биологическая наука.

Настоящий учебник написан на основе уже опубликованных и апробированных учебников и учебных пособий автора: «Основы общей экологии» (2000), «Экология в терминах и понятиях» (2002), «Основы экологии» (2003, 2005, 2007), «Экология» (2004), «Общая экология. Курс лекций» (2005, 2007, 2012, 2015), «Основы экологии и энергосбережения» (2010) и др. Автор попытался не выходить из рамок классической экологии, однако, тем не менее, не перегружать текст громоздкими определениями и деталями. Учебник предназначен для студентов биологических специальностей и содержит основные положения, понятия, направления и законы современной экологии.

Автор будет благодарен за все замечания и предложения по улучшению структуры и содержания учебника.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Люди погибли от неумения пользоваться силами природы и от незнания истинного мира.

Надпись, вырезанная на пирамиде Хеопса

Экология стала самым громким словом на земле, громче войны и стихии. Оно характеризует собой одно и то же понятие вселенской беды, никогда прежде не существовавшей перед человечеством.

В.Г. Распутин, российский писатель

Наступивший XXI век с полной уверенностью можно назвать веком экологии, экологических исследований и экологических свершений. Ни одна из наук современности не подействовала так на умы людей, как экология. Экологические вопросы на первый взгляд понятны и доступны большому количеству обывателей. Следствием этого явилась профанация экологии как науки.

Сейчас почти все стали экологами и почти все стали называть экологией, в том числе охрану природы, охрану окружающей среды, саму природу. Таким образом, произошло смешение понятий «экология», «природа», «окружающая среда», «природная среда». Появились несуразные выражения, в том числе и в печати, типа «хорошая и плохая» экология, «чистая и грязная» экология, «охраняем экологию города», «охраняем и улучшаем экологию» и т.д. Или еще пример. Вот какое предложение было опубликовано в заголовке одного из новостных сайтов: «Как в Евросоюзе будут защищать экологию?». Все эти выражения говорят не в пользу тех, кто пропагандирует значимость экологии в современном мире. Такое положение никак не способствует экологической грамотности населения. Это признаки экологической неграмотности.

На простой вопрос «Что такое экология?» обыватель в подавляющем большинстве случаев отвечает: «Это охрана природы». Однако давайте задумаемся, разве простой лесник, охраняющий выделенный ему участок леса, или члены известной международной организации «Гринпис», куда входят люди различных профессий, являются экологами? Ответ однозначен — нет. А ведь считается, что они тоже охраняют природу.

Сегодня ученых, изучающих экосистемы, а также защитников окружающей среды и «зеленых» популистов любят называть одним словом — «экологи». А это в корне неправильно. Прежде всего потому, что экология — это фундаментальная наука, которая изучает взаимодействие организмов и их сообществ между собой и с окружающей средой.

Особенно это стало заметно после аварии на Чернобыльской АЭС, когда люди объединялись, создавая различные природоохранные организации, партии (например, партия «зеленых» в ФРГ). Это был благородный порыв, набиравший популярность по всему тогдашнему Советскому Союзу. И на нем, разумеется, попытались сделать имя личности, не имеющие отношения ни к науке, ни к охране окружающей среды.

Они приватизировали модное и звучное слово «экология», не задумываясь над смыслом термина. Их вовремя не поправили, и эта лексическая ошибка настолько закрепилась в речи, что вслед за популистами ее подхватили СМИ, а затем и читатели.

Сегодня экологом называют юриста, который специализируется на экологических проблемах, активиста, выступающего против загрязнения пластиком, политика, сделавшего карьеру на громких заявлениях в защиту природы, или экологического проповедника, зарабатывающего деньги на тренингах. Иногда они сами себя так называют. Все это приводит к заблуждению многих интересующихся природой людей, которых волнует будущее человечества.

Как животные и растения взаимодействуют друг с другом, как они приспосабливаются к колебаниям природных факторов — вот основные вопросы первоначальной экологии. Эту дисциплину изучали на биологических факультетах университетов, но за исключением узкого круга специалистов о ней никто ничего не знал. Перелистайте газеты и научно-популярные журналы, выходившие до 1970 г., и вы нигде не встретите слова «экология».

А сейчас оно у всех на слуху. Экологию преподают почти во всех высших учебных заведениях, курс экологии вводят в школьные программы, издаются специальные экологические газеты и журналы, по экологии защищают многочисленные диссертации.

Такая резкая перемена на протяжении 30 лет произошла в силу двух взаимосвязанных обстоятельств, характерных для второй половины XX в.: роста населения Земли и научно-технической революции.

Экология сейчас — это и наука, и учебная дисциплина, и мировоззрение.

Экология стала настолько популярной, что под ее рубрику подводят все что угодно: строительство очистных сооружений, региональное планирование землепользования, вторичную переработку бумаги и выращивание овощей на одних лишь органических удобрениях. Вся эта деятельность, пусть необходимая, по большей части представляет собой просто попытку смягчить тот удар, который нанесет нам Природа своим приговором за наше вопиющее нарушение ее законов — нежелание вести игру с соблюдением старых и испытанных правил, — и стремление хоть немного отсрочить возмездие. Однако, решая конкретные вопросы охраны окружающей среды, мы забываем, что без знания законов существования и развития природы все наши усилия направляются на борьбу с последствиями, а не с причиной, породившей конфликт человека и природы. Спасти человека — это прежде всего сохранить природу. Вывод из сказанного прост: начинать надо с изучения законов, по которым живет и развивается природа.

Мы исходим именно из этого принципа. Осознание экологических проблем возможно только при тщательном рассмотрении причин, их породивших. Для этого же необходимо получить основы тех знаний, которые предоставляет нам наука экология.

Чтобы выжить, человечеству следует не бороться с природой, а подражать ей. Необходимо присмотреться, как эволюционируют виды в живой природе, и попробовать использовать ее приемы. Если мы и дальше будем хозяйничать без оглядки на исконных обитателей планеты, то не за горами тот день, когда мы с удивлением констатируем, что «львы, орлы и куропатки, рогатые олени, гуси, пауки, молчаливые рыбы, обитавшие в воде, морские звезды и те, которых нельзя было видеть глазом, — словом, все жизни, все жизни, все жизни, совершив печальный круг, угасли» (А. Чехов).

Глава 1

ПРЕДМЕТ ЭКОЛОГИИ, ЕЕ ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

1.1. ЧТО ТАКОЕ ЭКОЛОГИЯ? ЭКОЛОГИЯ КАК НАУЧНАЯ ДИСЦИПЛИНА

Современная экология – это наука о том, как передать Природу, наш общий дом, нашим детям и внукам, чтобы им в нем было жить лучше и удобней, чем нам.

Н.Н. Моисеев, российский математик

С понятием и определением науки «экология» сегодня сложилось несколько парадоксальное положение. Само слово и термин «экология» в настоящее время стали популярными. К сожалению, довольно часто слово «экология» с легкой руки непрофессионалов широко употребляется для обозначения всех форм взаимоотношений человека с окружающей средой, в том числе им же созданной. Во многих случаях оно используется как слово-паразит для придания речи наукообразия.

Сегодня в понятие «экология» вкладывается значительно более широкое содержание, ее границы раздвинуты далеко за рамки даже синтетической биологической дисциплины (говорят о «социальной экологии», «инженерной экологии», «политической экологии», «экологии культуры» и пр.). Это произошло по ряду причин. На рубеже XX и XXI вв. экология получила широкое толкование. Как отмечал А.В. Яблоков (1985), в 70-е гг. XX в. возникло не менее 50 различных «экологий»: глобальная, медицинская, моря, суши, атмосферы, почвы, города, культуры и т.д. Одни считают экологию частью биологии, другие – комплексной или синтетической наукой, третьи – дисциплиной, изучающей общие закономерности функционирования экосистем, четвертые – общенаучной областью знания. Почему же все так произошло?

Прежде всего из-за понимания самого термина «экология» (от греческого *oikos* – дом, *logos* – наука). В переводе на обычный язык «экология» – наука о доме, о взаимоотношениях между живыми организмами и окружающей их средой. Слово

«ойкос» у древних греков означало слитное единство жилища и хозяйства вокруг дома и усадьбы. Таким образом, при дословном переводе экология занимается изучением «природного дома», живущих в нем организмов (в том числе и человека) и всех процессов, делающих этот «дом» пригодным для жизни.

Недаром М. Горький еще в 1931 г. писал: «Земля должна быть достойна человека, и для того чтобы она была вполне достойна его, человек должен устраивать землю так же заботливо, как он привык устраивать свое жилище, свой дом».

Далее, Человек – тоже живой организм, находящийся во взаимоотношениях с окружающей средой, причем его поведение оказывает значительное влияние на Природу. Поэтому экология воспринимается в большей степени как наука, «обслуживающая» Человека в зависимости от изменения его экономического или социального статуса, чем естественно-научная дисциплина.

И, наконец, экология в настоящее время является развивающейся наукой, и ее понятийный, методический и теоретический аппараты еще не устоялись (так, например, продолжают дискуссии даже об основном объекте изучения экологии).

Экология сейчас – это и наука, и учебная дисциплина, и мировоззрение. Ни одна из наук современности не подействовала так на умы людей, как экология. Она стала настолько популярной, что под ее понятие подводится все что угодно: строительство очистных сооружений, региональное планирование землепользования, вторичная переработка бумаги, выращивание овощей на одних лишь органических удобрениях и т.д. К сожалению, как это часто бывает, употребление к месту и не к месту некоторых ставших модными слов приводит к тому, что они начинают приобретать очень неопределенное значение, как бы теряя свой истинный смысл. Это и произошло с термином «экология».

Истоки искажения научного термина «экология» восходят к 60–80-м гг. прошлого века, когда мощный взрыв народонаселения планеты породил множество негативных явлений в окружающей человека природной среде, которые сейчас носят всеобъемлющее название «экологический кризис».

В то время были отмечены первые опасные проявления наплевательского отношения к природе, что заставило человека обратить пристальное внимание на состояние окружающей среды. И для различных негативных явлений в природе начали применять термин «экология», не задумываясь о его действительном значении.

Именно тогда наметилось резкое расхождение по двум основным генеральным направлениям в развитии цивилизации: с одной стороны, циклическое (спиральное) развитие природных явлений, а с другой – направленное векторное направление научно-технического прогресса. В этом и состоит суть противоречия, возникшего между человеком и природой.

Природа, как известно, развивается циклически. До поры до времени (т.е. когда человек был только собирателем и охотником) он являлся органическим составляющим природных циклов. Человек не противопоставлял себя природному окружению. Да, он убивал животных, но убивал ровно столько, сколько нужно, чтобы прокормиться в данный конкретный момент, как делают дикие животные. Да, он рвал растения, выкапывал корни, собирал плоды, но не вырывал больше, чем нужно было для пропитания, не уничтожал целенаправленно и цинично дикие виды.

Однако на определенном этапе становления человеческого общества для его развития в дальнейшем стало не хватать естественных природных ресурсов. Тогдашнее человечество, будучи естественной, органической составляющей природной среды, ощутило резкую нехватку обычной пищи для поддержания своего рода. Человек в то время являлся только собирателем и охотником, т.е. питался, образно говоря, только подножным кормом. А поскольку человек является единственным живым существом, которое размножается бесконтрольно (в отличие от других представителей животного мира), то вполне очевидно, что пищевой базы для нормального его существования попросту стало недостаточно.

И вот на каком-то этапе своего развития безымянный представитель человеческого племени бросил (уронил?) в землю зерно пищевого растения. Одно зерно родило несколько зерен, те в свою очередь дали начало новым растениям, и через некоторое время Человек уже смог собрать достаточный урожай, чтобы часть его использовать на корм пойманных животных, за которыми он раньше не всегда удачно охотился. Так зародились первичное земледелие и скотоводство.

Именно в то время человечество стало на путь прогресса. А это означает, что в отличие от естественного развития природы Человек начал осваивать вектор направленного прямолинейного развития (в отличие от циклического природного), который увел его жизнедеятельность далеко от естественного природного цикла. С тех пор Человек постепенно стал стано-

виться антагонистом своего природного окружения. Последствия этих событий мы и наблюдаем сегодня.

И чем быстрее прогрессировало человеческое общество, тем дальше и дальше человек отдалялся от своего природного окружения. И, видимо, процесс приобрел уже необратимый характер. Задача современного человека — попытаться хотя бы сохранить те остатки, которые еще не затронула прожорливая цивилизация.

Таким образом, человечество только тогда заговорило о перспективах экологической катастрофы, когда стало очевидным, что без природы, природного окружения человек не выживет и исчезнет как биологический вид. Это и побудило его к активным действиям по охране окружающей среды, разработке основ экологического образования и воспитания, а вот природа прекрасно обойдется и без человека (если только раньше он не уничтожит все живое).

Морские членистоногие — трилобиты — царствовали на нашей планете на протяжении 300 млн лет. Люди же на Земле прожили пока что только полпроцента этого срока.

Осознание своей неисклучительности и побудило человека к активным действиям по охране окружающей среды, разработке основ экологического образования и воспитания.

Так что же такое экология?

Все сказанное дает основание определить экологию как фундаментальную биологическую науку, исследующую системы надорганизменного уровня, их структуру и функционирование в пространстве и времени в естественных и изменяемых человеком условиях. Такое понимание экологии позволяет сохранить ее как науку, отличая от наук об окружающей среде. За последние 50—70 лет экология превратилась в фундаментальный раздел знаний, ориентированный на изучение естественных взаимосвязей между живым организмом и окружающей средой. Экология, опираясь на весь комплекс биологических и смежных наук, создает фундаментальную научную базу для гармоничного сочетания возрастающего воздействия человеческого общества с законами природы, управляющими биосферой.

Существует много определений экологии, однако большинством современных исследователей признается, что *экология* — это наука, изучающая условия существования живых организмов и взаимосвязи между организмами и средой, в которой они обитают. Таким образом, необходимо понимать, что экология — фундаментальная научная дисциплина, идеи которой имеют очень важное значение.

Экология — наука сравнительно молодая и находится еще пока в фазе становления. Это связано с тем, что она в той или иной мере затрагивает почти все сферы жизнедеятельности живых организмов (и их совокупностей) и деятельности человека.

По своему зарождению и особенно развитию экология весьма отличается от других наук, большинство из которых, например биологию, можно представить в виде ствола дерева, от которого отходят многочисленные ветви (цитология, гистология, физиология и т.п.). Экология же представляет собой как бы массу корней, которые, сливаясь воедино, образуют единый ствол: сначала идут ботаника, зоология, климатология, почвоведение и физическая география, затем биохимия и микробиология, высшая математика (для построения моделей) и, наконец, социология, география населенности, психология и даже экономика. Именно это широкое слияние дисциплин придает экологии силу, вооружает ее средствами для поиска решений все более сложных проблем окружающей среды.

Термин «экология» был предложен и введен в науку немецким биологом Эрнстом Геккелем в XIX в. (1866). Он определил экологию как область знаний, изучающую экономику природы, — исследование общих взаимоотношений животных как с живой, так и с неживой природой. Однако следует отметить, что впервые это слово было употреблено на восемь лет ранее американским философом, писателем-романистом и натуралистом широкого профиля Генри Дэвидом Торо (1817–1862), главная книга которого «Жизнь в лесу» была переведена на многие языки, в том числе и на русский. В письме от 1 января 1858 г. он сообщал одному из ученых: «Мистер Гоар все еще в Конкорде, занимается ботаникой и экологией...».

Древнегреческое слово «ойкос», или «эйкос», правильнее переводить как «местообитание». Г.Д. Торо употребил слово «экология» в значении «природоведение», считая, что природу надо изучать, потому что она, а не строение городов является истинным домом для человечества. В дословном переводе слово «ойкос» может означать «домоводство», что может быть сопоставимо со значением «домашнее хозяйство». Значение термина «экология» с течением времени сильно менялось.

В конце XIX — начале XX в. экология понималась как часть зоологии и не претендовала на науку, обобщающую всю сумму биологических знаний. Со временем на то, что мы понимаем под экологией, выкристаллизовалось две точки зрения. Согласно одной точке зрения экология — это наука, изучающая

взаимоотношения организмов и среды, другие же подчеркивают, что экология — это огромная отрасль знаний, совокупность научных и учебных дисциплин. Действительно, экология тесно связана с другими биологическими дисциплинами, например с зоологией и ботаникой. Это действительно так. На заре развития этих наук внимание исследователей было сосредоточено на систематике и строении организмов. Но уже в первых сочинениях по флоре описание каждого вида растения стало сопровождаться указанием мест его произрастания. При изучении фауны также пришли к тому, что образ жизни животного взаимосвязан с условиями его обитания. Большинство этих сведений относятся, по существу, и к экологии.

Теоретик экологии Н.Ф. Реймерс отмечает (1994): «Став великаном, человек увидел, что это губительно для него если не сейчас, то в уже видимой перспективе. И если люди экологически не поумнеют, они обречены. Глубоко пессимистичный, но необходимый вывод. Одновременно он и оптимистичен, ибо перспектива все же есть».

Наше будущее здоровье зависит от тонкого баланса между качеством воздуха, воды, почвы, между микроорганизмами, растениями, животными. Экология дает нам возможность понять, как работает этот баланс, что нарушает его и как загрязнители удерживаются и высвобождаются природными системами.

Специфика современной экологии в том, что она из строго биологической науки превратилась в значительный цикл знаний, вобрав в себя разделы географии, геологии, химии, физики, социологии, культуры, экономики, информатики и других наук.

1.2. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ЭКОЛОГИИ

...Под экологией мы подразумеваем общую науку об отношении организма к окружающей среде, куда мы относим все «условия существования» в широком смысле этого слова. Они частично органической, частично неорганической природы.

Эрнст Геккель, немецкий естествоиспытатель

Истоки и предыстория экологии

Говоря об истоках экологии, видимо, следует говорить не об истории экологии в целом, а об истории взаимодействия человека (человечества) с окружающей природной средой. Об истории

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОТ АВТОРА	3
ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
Глава 1. ПРЕДМЕТ ЭКОЛОГИИ, ЕЕ ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ.....	8
1.1. Что такое экология? Экология как научная дисциплина	8
1.2. Краткая история экологии	13
1.3. Уровни организации живой природы	39
1.4. Определение экологии.....	53
1.5. Объекты экологии, основной предмет изучения экологии. . .	58
1.6. Глобальные экологические проблемы современности.....	66
1.7. Практическая значимость экологических исследований и задачи современной экологии	70
Глава 2. АУТЭКОЛОГИЯ. ОРГАНИЗМ И СРЕДА ОБИТАНИЯ. ОСНОВНЫЕ СРЕДЫ ЖИЗНИ	74
2.1. Природная среда обитания. Абиотическая и биотическая среды	75
2.2. Водная среда обитания	78
2.3. Наземно-воздушная среда	91
2.4. Почвенная среда жизни.....	95
2.5. Живые организмы как среда обитания.....	102
Глава 3. АУТЭКОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ СРЕДЫ	111
3.1. Экологические факторы среды. Классификация экологических факторов	111
3.2. Абиотические факторы	115
3.3. Биотические факторы	139
3.4. Антропогенные факторы.....	144
3.5. Концепция лимитирующих факторов	150
3.6. Адаптации организмов к факторам среды	155
3.7. Биологические ритмы и фотопериодизм	168
3.8. Жизненные формы организмов.....	176
Глава 4. ДЕМЭКОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ ПОПУЛЯЦИЙ	181
4.1. Понятие и определение популяции.....	182
4.2. Пространственная структура популяций	189
4.3. Половая структура популяций	196
4.4. Возрастная структура популяций.....	198

4.5. Этологическая структура популяций	205
4.6. Динамические характеристики популяций	213
4.7. Взаимодействия между популяциями	222
4.8. Конкуренция, хищничество, паразитизм.	232
4.9. Гомеостаз и колебание численности популяций	244
4.10. Цели и задачи популяционной экологии	250

Глава 5. СИНЭКОЛОГИЯ. УЧЕНИЕ О БИОЦЕНОЗАХ 253

5.1. Понятие биоценоза	254
5.2. Видовая структура биоценоза.	257
5.3. Пространственная структура биоценоза	260
5.4. Континуум, экотоны, краевой эффект.	266
5.5. Экологическая ниша	271

Глава 6. ЭКОСИСТЕМНАЯ ЭКОЛОГИЯ 277

6.1. Понятие экосистемы	278
6.2. Особенности природных экосистем	281
6.3. Круговорот веществ в экосистемах	285
6.4. Автотрофный и гетеротрофный компоненты экосистемы	288
6.5. Поток энергии. Пищевые цепи и экологические пирамиды	290
6.6. Биологическая продуктивность экосистем	305
6.7. Динамика экосистем	309
6.8. Экологическая сукцессия. Классификация сукцессий. Проблемы стабильности экосистем	314
6.9. Классификация экосистем. Биомы.	320
6.10. Концепция биогеоценоза	334
6.11. Агроэкосистемы, их особенности	341

Глава 7. УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ. 346

7.1. Понятие и определение биосферы. Структура биосферы	346
7.2. Учение В.И. Вернадского о биосфере	351
7.3. Живое вещество планеты	356
7.4. Понятие ноосферы.	364
7.5. Биологическое разнообразие как основа стабильности биосферы.	370
7.6. Биологическое разнообразие и проблема инвазивных видов	376
7.7. Значение сохранения биологического разнообразия.	381

Глава 8. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ БИОСФЕРЫ. 389

8.1. Общая характеристика природных ресурсов	389
8.2. Проблема истощаемости природных ресурсов	391
8.3. Водные ресурсы. Проблема дефицита пресной воды.	393
8.4. Почвенные ресурсы и проблема опустынивания	399

8.5. Ресурсы сырья и энергии	404
8.6. Гидро- и тепловая энергетика	409
8.7. Современное состояние атомной энергетики	411
8.8. Альтернативная энергетика	414
8.9. Биологические ресурсы и их использование	422

**Глава 9. ОСНОВНЫЕ ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ
СОВРЕМЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КРИЗИСА 425**

9.1. Понятие и причины экологического кризиса	426
9.2. Демографический взрыв и проблема численности населения планеты	431
9.3. Атмосфера. Источники загрязнения атмосферы	439
9.4. Глобальное потепление и парниковый эффект	446
9.5. Озоновый экран и причины его нарушения	455
9.6. Кислотные осадки	464
9.7. Истребление лесного покрова Земли	470

Глава 10. ЭКОЛОГИЯ И ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ . . . 480

10.1. Красная книга и охрана природы	485
10.2. Особо охраняемые природные территории	492
10.3. Биосферные заповедники: их цели и задачи.	498
10.4. Охраняемые территории Беларуси	501
10.5. Мониторинг окружающей среды	508

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	518
----------------------	-----

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	521
------------------------------------	-----

Маврищев, В. В.

- М12 Экология : учебник / В. В. Маврищев. – Минск : Высшейшая школа, 2020. – 524 с. : ил.
ISBN 978-985-06-3283-8.

Изложены основы современных представлений об общей экологии. Рассмотрены предмет и методы экологии, факториальная экология, различные среды обитания, экосистема, разнообразие экологических сообществ, распространение организмов, их взаимодействия и взаимозависимости, принципы регуляции численности. Материал подан последовательно – от общих рассуждений к конкретным экологическим понятиям и законам и дальше к применению этих законов в повседневной деятельности. Учебник насыщен современными научными материалами и многочисленными примерами.

Для студентов учреждений высшего образования биологических специальностей. Будет полезен учителям, слушателям курсов повышения квалификации, учащимся старших классов, всем интересующимся современными проблемами экологии.

УДК 574(075.8)
ББК 20.1я73

Учебное издание

Маврищев Виктор Викторович

ЭКОЛОГИЯ

Учебник

Редактор *Т.К. Хваль*

Художественный редактор *В.А. Ярошевич*

Технический редактор *Н.А. Лебедевич*

Компьютерная верстка *Н.В. Шабуня*

Корректор *Т.К. Хваль*

Подписано в печать 20.11.2020. Формат 84×108/32. Бумага для офсетной печати. Печать офсетная. Усл. печ. л. 27,72. Уч.-изд. л. 29,10. Тираж 300 экз. Заказ 4129.

Республиканское унитарное предприятие «Издательство «Вышэйшая школа»».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/3 от 08.07.2013. Пр. Победителей, 11, 220004, Минск.
e-mail: market@vshph.com <http://vshph.com>

Открытое акционерное общество «Типография «Победа»».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 2/38 от 29.01.2014.

Ул. Тавлая, 11, 222310, Молодечно.